3-3

УДК 004.89

А.А. Замула
ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина
Украина, 83050, г. Донецк, пр. Богдана Хмельницкого, 84

Модель интеллектуального управления банковской деятельностью

A.A. Zamula
Donetsk National Technical University, Donetsk, Ukraine
Ukraine, 83050, c. Donetsk, Bogdana-Khmelnitskogo av.

The Intelligent Control Model of Bank Activity

А.О. Замула
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк, Україна
Україна, 83050, м. Донецьк, пр. Богдана Хмельницького, 84

Модель інтелектуального управління банківською діяльністю

В статье предложен подход к управлению сложными системами путем разработки модели интеллектуального управления, в основе которой лежат принципы системной динамики и методы нечеткого моделирования.
Ключевые слова: нечеткая логика, банк, моделирование, системная динамика.

An approach to the complex systems management by the development of intellectual control model based on using system dynamics principles and fuzzy modeling tools is proposed.
Key words: fuzzy logic, control, bank, modeling, system dynamics.

У статті запропоновано підхід до управління складними системами шляхом розробки моделі інтелектуального управління, в основі якої лежать принципи системної динаміки та методи нечіткого моделювання.
Ключові слова: нечітка логіка, банк, моделювання, системна динаміка.

Введение

В условиях динамического развития особое внимание следует уделять применению современных методов управления сложными системами. Современные финансовые учреждения вынуждены адаптироваться и функционировать в эпоху технологической и информационной революции, характеризующейся стремительными и масштабными изменениями конкурентной среды, динамики экономических отношений, возрастающими требованиями к повышению качества услуг, поэтому разработка модели интеллектуального управления банковской деятельностью является актуальной задачей.

В настоящее время отсутствуют работы в области моделирования, позволяющие учитывать закономерности развития банковской системы на макроуровне и особенности функционирования конкретного коммерческого банка на микроуровне, при этом включая в модель как количественные, финансовые показатели, так и качественные, формализацию которых можно осуществить только с применением методов искусственного интеллекта, а именно инструментария нечеткой логики.

Постановка задачи

Цель статьи – разработать модель интеллектуального управления как инструмента прогнозирования, планирования, контроля и анализа банковской деятельности.

Объектом исследования являются процессы функционирования банковских учреждений, а предметом – модели интеллектуального управления банковской деятельностью.

Для достижения поставленной задачи необходимо:

– построить математическую модель интеллектуального управления банковской деятельностью;

– провести ряд экспериментов для оценки управляющего воздействия;

– проанализировать полученные результаты.

Построение математической модели интеллектуального управления банковской деятельностью

При построении математической модели банковской системы выделяются следующие основные факторы, влияющие на эту систему: 1) мировая экономика (показатель кредитования частного сектора LPS, индекс настроений в экономике EMU); 2) валовый внутренний продукт (ВВП); 3) инвестиции (показывают суммарный объем капиталовложений всех предприятий страны); 4) промышленность – показатель объема промышленного производства, занимающего значительную долю в ВВП государства; 5) резервы банка; 6) объем кредитования; 7) объем привлеченных денежных средств – депозитов.

Шагом моделирования служит один год, а интервалом – 5 лет. При построении уравнений переменные были разделены на два больших класса – уровни и темпы. Для данной модели банковской системы целесообразно ввести один уровень – уровень накопленной прибыли (капитализации). Основными темпами в модели являются: 1) темп доходов банковской системы (BS); 2) темп расходов BS.

Уровень капитализации опишем с помощью следующего уравнения:

$$Capitalization_bs = \int_{t_0}^{t} Profit_bsdt, \tag{1}$$

где $Capitalization_bs$ – уровень капитализации банковской системы в момент времени t, $Profit_bs$ – объем прибыли – $Profit_bs = Revenues_bs - Expenses_bs$, где $Revenues_bs$ – доходы bs, $Expenses_bs$ – расходы bs.

Темпы доходов и расходов описываются уравнениями:

$$Revenues_bs(t) = Credits_bs(t) \cdot IR_credits(t) / 100, \tag{2}$$

где $Credits_bs(t)$ – объем кредитования bs в момент времени t, $IR_credits(t)$ – среднегодовая процентная ставка по кредитам, в процентах.

$$Expenses_bs(t) = Deposits_bs(t) \cdot IR_deposits(t) / 100 + RR(t) + Rezerv, \tag{3}$$

где $Deposits_bs(t)$ – объем привлеченных денежных средств (депозитов) в момент времени t, $IR_deposits(t)$ – среднегодовая процентная ставка по депозитам, в процентах, $RR(t)$ – размер обязательного резерва – $RR(t) = n(t) \cdot Deposits_bs(t) / 100$, где $n(t)$ – норма обязательного резерва, установленная НБУ, в процентах, $Rezerv$ – объем резервов на покрытие убытков.

Единицей измерения показателя $Profit_bs$ лей $Capitalization_bs$, $Revenues_bs$, $Expenses_bs$, $IR_credits(t)$, $IR_deposits(t)$, $P_{bs(t)}$, $RR(t)$, $Rezerv$ служит млн грн/год.

Для выявления функциональных зависимостей между переменными были использованы официальные данные за 10 лет [1]. Вид функциональных зависимостей между переменными определялся, исходя из максимального значения коэффициента детерминации (R^2) и минимального значения среднеквадратической ошибки прогноза (σ) [4]. Таким образом, можно получить следующие функциональные зависимости ($t \in [1,5]$):

1) процентная ставка по кредитам:

$$IR_credits(t) = 0{,}0397t^3 - 0{,}402t^2 - 0{,}3357t + 29{,}16,\ R^2 = 0{,}93,\ \sigma = 0{,}024;$$

2) процентная ставка по депозитам:

$$IR_deposits(t) = -0{,}025t^3 + 0{,}6529t^2 - 4{,}7145t + 17{,}617,\ R^2 = 0{,}90,\ \sigma = 0{,}001;$$

3) индекс LPS: $LPS = -0{,}0052t^2 - 0{,}607t + 11{,}753$, $R^2 = 0{,}98$, $\sigma = 0{,}00029$;

4) индекс EMU: $EMU = 0{,}014t^3 - 0{,}039t^2 - 4{,}539t + 104{,}04$,

$$R^2 = 0{,}92,\ \sigma = 0{,}001;$$

5) зависимость размера ВВП от объема промышленного производства:

$$GDP = 0{,}5051 \cdot Industry^{1{,}067},\ R^2 = 0{,}95,\ \sigma = 0{,}002;$$

6) объем депозитов:

$$Deposits_bs(t) = -2245{,}9t^3 + 49688t^2 - 209672t + 245723,\ R^2 = 0{,}95,\ \sigma = 0{,}003;$$

7) зависимость объема инвестиций от размера ВВП:

$$Investments = 0{,}0169 \cdot GDP^{1{,}1835},\ R^2 = 0{,}95,\ \sigma = 0{,}002;$$

8) зависимость объема кредитования от объема инвестиций и состояния мировой экономики:

$$Credits_bs(t) = 2{,}02 \cdot Investments - 161637{,}9 \cdot LPS - 13199{,}73 \cdot EMU + 333782{,}8,$$

$$R^2 = 0{,}99,\ \sigma = 0{,}0004;$$

9) объем промышленного производства:

$$Industry = -655{,}26t^3 + 16242t^2 - 38530t + 190742,\ R^2 = 0{,}97,\ \sigma = 0{,}0002;$$

10) объем резервов на покрытие убытков:

$$Rezerv = -67{,}782t^4 + 1884{,}4t^3 - 15166t^2 + 43545t - 31397,$$

$$R^2 = 0{,}93,\ \sigma = 0{,}019.$$

Для построения системно-динамической модели функционирования коммерческого банка (cb) на микроуровне были выделены следующие факторы и получены следующие уравнения уровня, темпов и вспомогательных переменных.

1. Уровень капитализации коммерческого банка:

$$Capitalization_cb = \int_{t_0}^{t} Profit_cb\,dt, \tag{4}$$

где $Profit_cb = Revenues_cb - Expenses_cb$ – прибыль банка.

2. Темп доходов:

$$Revenues_cb(t) = Commission_revenue(t) + Interest_income(t), \tag{5}$$

где $Commission_revenue(t) = Credits_cb(t) \cdot c(t) / 100$ – комиссионный доход, где $Credits_cb(t)$ – объем кредитования коммерческого банка, $c(t)$ – процент за обслуживание кредита.

$Interest_income(t) = Credits_cb(t) \cdot IR_credits(t)/100$ – процентный доход.

3. Темп расходов:

$$Expenses_cb(t) = Interest_expenses(t) + Administrative_costs(t) + Commission_expenses(t), \quad (6)$$

где $Interest_expenses(t) = Deposits_cb(t) \cdot IR_deposits(t)/100$ – процентные расходы;

$Administrative_costs(t)$ – административные расходы;

$Commission_expenses(t) = Deposits_cb(t) \cdot d(t)/100$ – комиссионные расходы, где $Deposits_cb(t)$ – объем депозитов коммерческого банка, $d(t)$ – процент за обслуживание депозита.

Функциональные зависимости для объема кредитования, депозитов и административных расходов определяются, исходя из статистики исследуемого коммерческого банка. Показатель качества определяется в результате применения нечеткой модели и оказывает управляющее воздействие на модель [2].

Результаты моделирования

Результаты моделирования представлены в виде графиков, отражающих прогноз показателей расходов, доходов и прибыли банка на 5 лет, при оказании различного управляющего воздействия с помощью процентной ставки и показателя качества на модель.

Для оценки элемента управления в модели рассмотрены 3 ситуации:

1) повышение процентной ставки, понижение качества обслуживания (рис. 1);

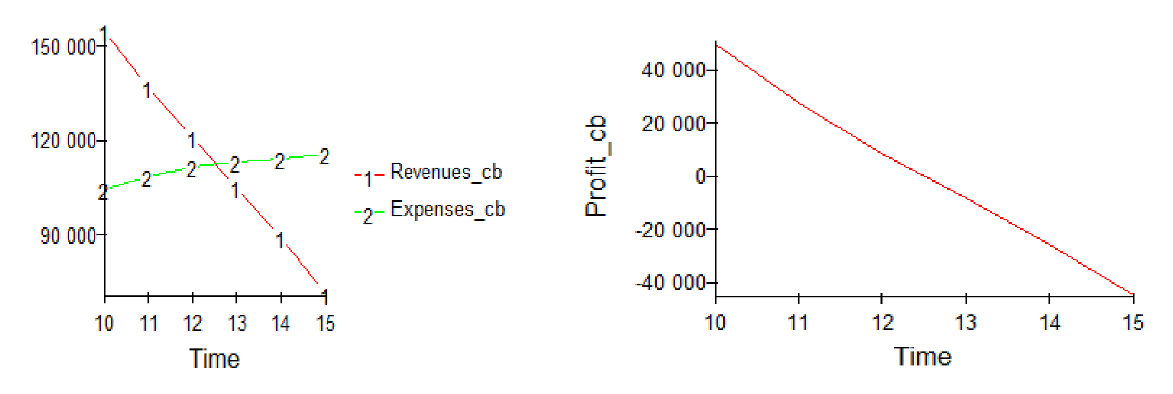


Рисунок 1 – Результаты моделирования (1)

2) повышение процентной ставки, повышение качества обслуживания (рис. 2);

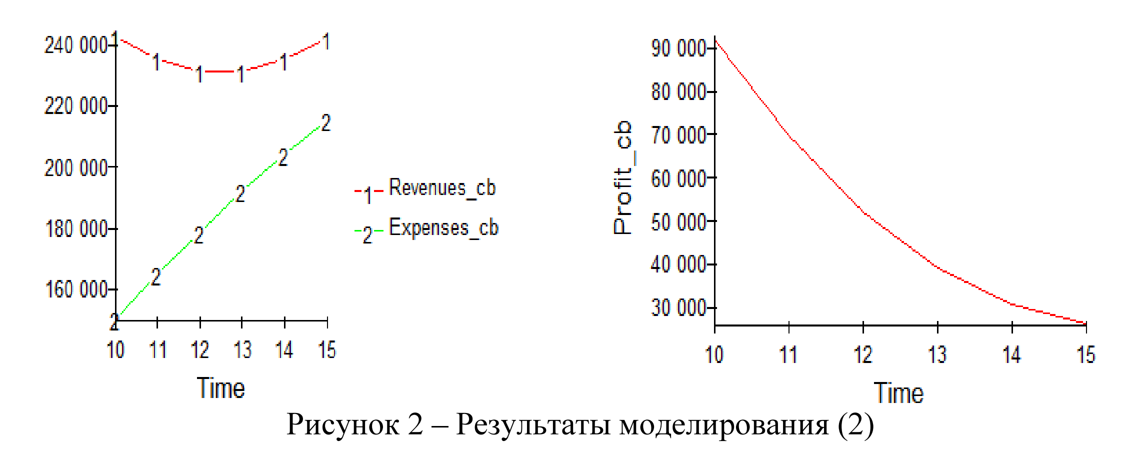


Рисунок 2 – Результаты моделирования (2)

3) понижение процентной ставки, повышение качества обслуживания (рис. 3).

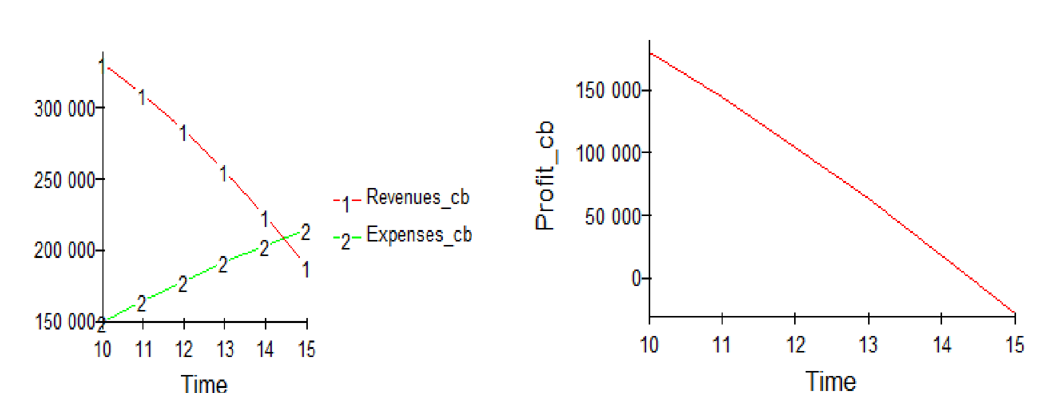


Рисунок 3 – Результаты моделирования (3)

Анализ показал, что во всех трех случаях наблюдается тенденция к уменьшению прибыли к концу прогнозируемого периода, но, если в случае (1) банк терпит убытки и не получает прибыль, начиная с третьего шага моделирования, то в случае (2) банк по-прежнему получает прибыль, но к концу периода моделирования ее показатель уменьшается на 66,7%. В ситуации (3) банк получает прибыль на первых двух шагах моделирования на 40% выше, чем в предыдущем случае, но на 5 шаге банк приходит к убыточному состоянию. Это свидетельствует о том, что если руководство банка выберет стратегию понижения процентной ставки и повышения качества обслуживания, то ему удастся значительно повысить свои финансовые показатели на начальном этапе, но вследствие повышения расходов на обеспечение высокого качества, а также изменения динамики развития банковской системы, эти показатели будут иметь тенденцию к уменьшению. Случай (2) является наиболее оптимальным для банка из трех рассматриваемых при разработке стратегии на 5 лет, так как повышение качества обслуживания приведет к увеличению количества клиентов, а, следовательно, объема кредитования и доходов. Несмотря на то, что повышение процентной ставки приведет к постепенному уменьшению прибыли, банк не войдет в убыточное состояние, а будет способен изменить динамику показателя прибыли и устранить застойные явления вследствие обладания таким конкурентным преимуществом, как высокое качество обслуживания – на микроуровне, и улучшение показателей индексов мировой экономики, ВВП и объема производства – на макроуровне.

Выводы

Разработанная модель представляет собой новый подход к управлению сложными системами, в основе которого лежат принципы системной динамики и методы нечеткого моделирования.

В работе были использованы следующие методы:

– методы статистического и регрессионного анализа для выявления нелинейных функциональных закономерностей банковского развития;

– методы и принципы системной динамики для построения математической модели функционирования банка на макро- и микроуровнях;

– методы искусственного интеллекта для управления деятельностью с помощью нечеткой логики.

Полученные результаты можно использовать в практической деятельности банка для прогнозирования дальнейшего развития, как средство совершенствования деятельности, а также в учебном процессе в высших учебных заведениях. На уровне государственного регулирования работа является перспективной для решения задач анализа и управления банковской системой.

Литература

1. Официальный сайт Национального Банка Украины. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.bank.gov.ua.
2. Замула А.А. Нечеткая модель управления качеством банковских услуг / А.А. Замула // Искусственный интеллект. – 2012. – № 2. – С. 89-94.
3. Шевченко А.И. Об одном подходе при моделировании сложных систем / Шевченко А.И., Миненко А.С., Замула А.А. // Доповіді Національної академії наук України. – 2012. – № 10. – С. 40-43.

Literatura

1. Ofitsialnyy sayt Natsionalnogo Banka Ukrainy. [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa : www.bank.gov.ua.
2. Zamula A.A. Nechetkaya model' upravleniya kachestvom bankovskih uslug / A.A. Zamula // Iskusstvennyj intellekt. – 2012. – № 2. – S. 89-94.
3. Shevchenko A.I. Ob odnom podhode pri modelirovanii slozhnyh system / Shevchenko A.I., Minenko A.S., Zamula A.A. // Dopovidi Natsionalnoyi akademiyi nauk Ukrayini. – 2012. – № 10. – S. 40-43.

A.A. Zamula

The Intelligent Control Model of Bank Activity

Modern financial institutions have to adapt and operate in an technological and information revolution era, characterized by rapid and extensive changes in the competitive environment, the dynamics of economic relations, the growing demands for quality services, so the development of a model intelligent control of bank activity is an actual task.

An approach to the complex systems management by the development of intellectual control model based on using system dynamics principles and fuzzy modeling tools is proposed. The scope of the model, both at the state regulation level for solving problems of banking system analysis and control, as well as a tool for performance commercial bank management is defined. Groups of quantitative, financial, qualitative factors are selected and classification of predictable, control and target variables of the model is made. The work of the model by conducting experiments in changing the control action is evaluated.

Статья поступила в редакцию 10.01.2013.